

# EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

## Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

date: jeudi le 11 décembre 2008

temps: 09:30 - 12:30

**AUCUN MATERIEL SUPPLEMENTAIRE PERMIS**

**CALCULATRICE PERMISE**

### INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 20 pages de l'examen
- répondez à toutes les questions
- si vous en avez besoin, vous pouvez travailler sur le verso d'une page
- les formules, les règles, les constantes fondamentales et le tableau périodique sont fournis à la fin (vous pouvez les arracher)
- n'oubliez pas d'écrire votre nom et numéro d'étudiant:

NOM: \_\_\_\_\_

#: \_\_\_\_\_

**Partie A (20 points)**

Répondez à chacune des 20 questions de cette partie. Chaque question vaut 1 point. Pour chacune des questions, donnez une réponse brève (i.e., soit un ou deux mots, soit un dessin, ou soit quelques chiffres). N'expliquez pas votre raisonnement. Si vous avez besoin d'espace pour travailler afin d'arriver à votre réponse finale, S.V.P. faire ce travail sur les feuilles de formules et donnez seulement la réponse finale dans l'espace prévu à cette fin.

- (1) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{HSO}_3^-$ , incluant les charges formelles (N.B. le S est l'atome central et le H et chaque O se lie directement à cet atome S).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{N}_2\text{O}$ , incluant les charges formelles (N.B. un N est l'atome central).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{O}_2^-$ , incluant les charges formelles.
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{XeF}_3^-$  (N.B. le Xe est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{SF}_4$  (N.B. le S est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{IF}_2^-$  (N.B. le I est l'atome central).

(7) Quel est le nombre d'oxydation du Cl dans le  $\text{HClO}_2$ ?

(8) Quel est l'acide conjugué du  $\text{CO}_3^{2-}$ ?

(9) Parmi Li, Be, B, C, N, O, F, et Ne, lesquels sont diamagnétiques?

(10) Quelle est l'hybridation du Cl central dans le  $\text{ClF}_3$ ?

(11) Quelle est l'hybridation du Cl central dans le  $\text{ClO}_3^-$ ?

(12) Parmi Ne,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , Ar,  $\text{K}^+$ , et  $\text{Ca}^{2+}$ , lequel a le plus petit rayon?

(13) Qui fut le premier à proposer que l'atome possède un noyau?

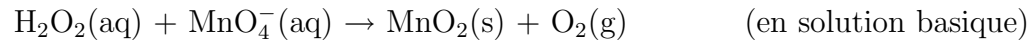
- (14) Parmi  $\text{Li}^+(\text{aq})$ ,  $\text{Na}^+(\text{aq})$ ,  $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ ,  $\text{Na}(\text{s})$ ,  $\text{Mg}(\text{s})$ , et  $\text{Zn}(\text{s})$ , lequel est le plus puissant réducteur?
- (15) Parmi  $\text{Li}^+(\text{aq})$ ,  $\text{Na}^+(\text{aq})$ ,  $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ ,  $\text{Na}(\text{s})$ ,  $\text{Mg}(\text{s})$ , et  $\text{Zn}(\text{s})$ , lequel est le plus puissant oxydant?
- (16) Dans l'ion  $\text{Fe}^{3+}$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $l = 1$  et  $m = -1$ ?
- (17) Dans l'atome de As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = -1$ ?
- (18) Dans l'ion  $\text{Cl}^-$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $l = 1$  et  $s = -\frac{1}{2}$ ?
- (19) Quelle est la charge effective nucléaire vue par un électron de valence dans le cation  $\text{Ca}^{2+}$ ?
- (20) L'acide perbromique est le  $\text{HBrO}_4$ . Quelle est la formule moléculaire de l'anion bromite?

**Partie B (80 points)**

Répondez à chacune des 10 questions de cette partie. Chaque question vaut 8 points. S.V.P. montrez votre travail. Travaillez sur le verso d'une page, si nécessaire.

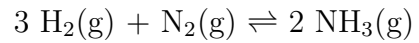
**Question 1**

Équilibrez l'équation d'oxydoréduction suivante:



**Question 2**

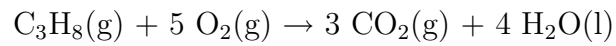
La constante d'équilibre, à 25.0 °C, pour la réaction



est  $5.9 \times 10^6$ . A 25.0 °C, l'enthalpie de formation du  $\text{NH}_3(\text{g})$ ,  $\Delta H_f^\circ (\text{NH}_3, \text{g})$ , est  $-46.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Faisant l'approximation que  $\Delta H^\circ$  et  $\Delta S^\circ$  ne varient pas avec la température, estimez les valeurs de  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ , et la constante d'équilibre pour cette réaction à 100.0 °C.

**Question 3**

Pour la combustion de 1.000 mol de propane ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) dans un contenant d'acier de 10.00 L (aucune expansion est permise) à une température de  $25.0^\circ\text{C}$ ,



calculez les valeurs de  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ , et  $\Delta S_{\text{environs}}$ . Quelle est la pression partielle du propane dans le contenant avant le début de la réaction?

**données (toutes à  $25^\circ\text{C}$ ):**

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_3\text{H}_8, \text{g}) = -103.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

**Question 4**

On dissout 1.77 g d'un monoacide, HA, dans l'eau pour produire une solution de 25.0 mL. Le pH initial de cette solution acide est 1.27. Pour neutraliser cet acide, on a besoin 19.7 mL d'une solution aqueuse 0.200 M en NaOH.

- (a) Quelle est la masse molaire de HA?
- (b) Quelle est la valeur de la constante de dissociation,  $K_a$ , de HA?
- (c) Quel est le pH au point d'équivalence?

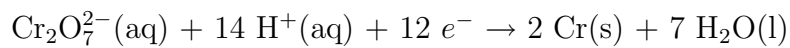


**Question 5**

Quelle est la solubilité (en grammes par litre) de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  dans une solution aqueuse qui possède un pH de 13.00? Quelle est sa solubilité dans l'eau pure? Le produit de solubilité de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  est  $1.2 \times 10^{-11}$ . Toutes les données sont à 25 °C. Quel est la valeur du facteur de van't Hoff,  $i$ , pour  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ?

**Question 6**

(partie a, 4 points) On plaque des objets avec le Cr(s) en faisant l'électrolyse. La demi-réaction en question est la suivante:

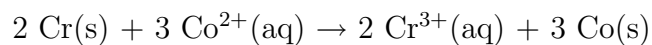


On veut produire 20.0 g de Cr(s) dans 1.00 heures. Quel courant (en A) sera nécessaire?

(partie b, 4 points) La réaction  $\text{A}(\text{aq}) \rightarrow \text{B}(\text{aq})$  est une réaction d'ordre un. La demi-vie pour cette réaction est 777 secondes. Combien de temps doit-on attendre pour que la concentration de A(aq) tombe par un facteur de 10.0?

**Question 7**

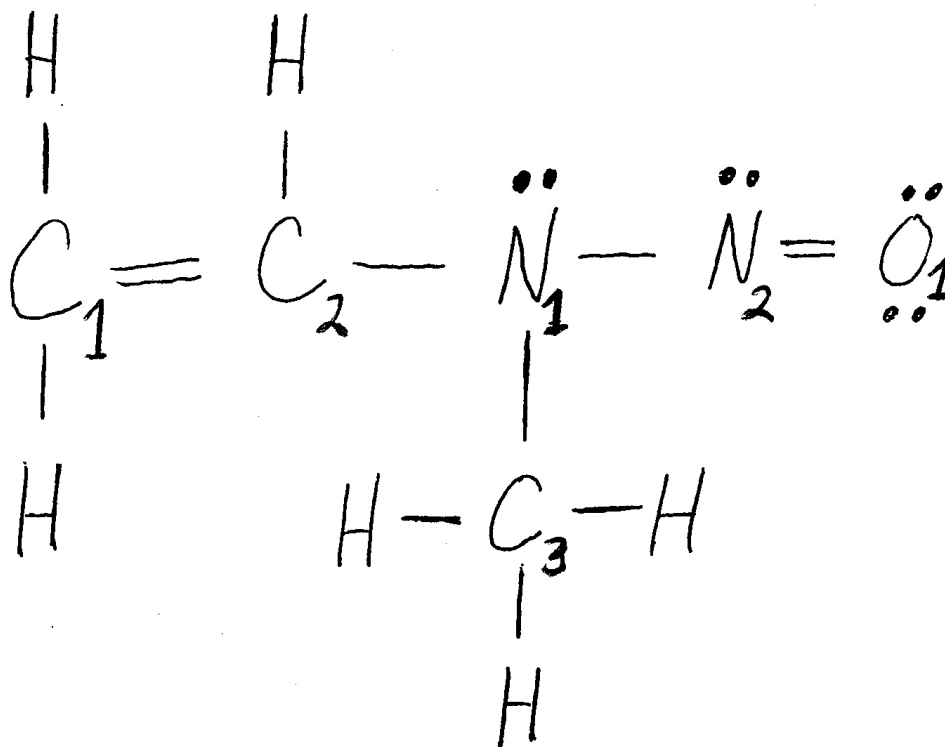
Calculez les valeurs de  $\varepsilon^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ , et  $K$  pour la réaction de la cellule suivante (à 25°C):



Si la concentration de  $\text{Cr}^{3+}$  était 0.250 M, quelle concentration de  $\text{Co}^{2+}$  serait nécessaire afin que cette réaction soit spontanée? La température est toujours 25°C.

**Question 8**

Les électronégativités de H, C, N, et O sont respectivement 2.1, 2.5, 3.0, et 3.5. Quel est l'état d'oxydation, la charge formelle, et l'hybridation de chaque atome de C, N, et O dans la molécule suivante? S.V.P. placez vos réponses dans le tableau. Finalement, indiquez quelles paires d'atomes ont une liaison  $\pi$  entre elles. **N.B.** la structure de Lewis fournie est raisonnable et vos réponses devraient être basées sur cette structure de Lewis.



atome	état d'oxydation	charge formelle	hybridation
C <sub>1</sub>			
C <sub>2</sub>			
C <sub>3</sub>			
N <sub>1</sub>			
N <sub>2</sub>			
O <sub>1</sub>			

**Question 9**

Le  $\text{CaCl}_2$  est un électrolyte fort. La constante cryoscopique de l'eau est  $1.86\text{ }^\circ\text{C}/m$ . La pression de vapeur à l'équilibre de l'eau pure à  $25^\circ\text{C}$  est  $0.0313\text{ atm}$ . La densité de l'eau est  $1.00\text{ g/mL}$ . On ajoute  $100.0\text{ g}$  de  $\text{CaCl}_2$  à  $1.00\text{ kg}$  d'eau. Quel est le point de congélation de cette solution? Quelle est la pression de vapeur à l'équilibre de cette solution à  $25^\circ\text{C}$ ?

**Question 10**

On a une solution aqueuse qui est 10.0% glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) par masse. La densité de cette solution est 1.033 g/mL. Calculez le molarité, molalité, et fraction de mole de glucose dans cette solution.

constantes fondamentales:

$$R = 8.3145 \text{ kPa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$N_A = 6.022 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ F} = 96487 \text{ C}$$

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{charge d'un électron} = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{masse d'un électron} = 9.09 \times 10^{-28} \text{ g}$$

$$\text{masse d'un proton} = 1.673 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$\text{masse d'un neutron} = 1.675 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$\text{unité de masse atomique} = 1.661 \times 10^{-24} \text{ g}$$

formules:

masse volumique:

$$\rho = \frac{\text{masse}}{\text{volume}}$$

loi de Boyle (n, T constants):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

loi de Charles et Gay-Lussac (n, P constants):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

loi d'Avogadro (P, T constantes):

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

équation des gaz parfaits:

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

masse molaire d'un gaz:

$$M = \frac{\rho RT}{P}$$

fraction de mole:

$$X_A = \frac{n_A}{n_T}$$

loi des pressions partielles de Dalton:

$$P_A = X_A P_T$$

vitesse quadratique moyenne:

$$v_{quad} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

équation de van der Waals:

$$\left(P + a\frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

premier principe de la thermodynamique:

$$\Delta U = Q + W$$

enthalpie:

$$H = E + PV$$

chaleur spécifique et capacité calorifique:

$$Q = C\Delta T = ms\Delta T$$

variation d'enthalpie standard:

$$\Delta H^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A \Delta H_f^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B \Delta H_f^\circ(B)$$

travail d'expansion d'un gaz (pression externe constante):

$$w = -P_{ex}\Delta V$$

réaction chimique, température constante:

$$\Delta H = \Delta U + RT\Delta n_{gaz}$$

variation d'entropie, température constante:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

deuxième principe de la thermodynamique:

$$\Delta S_{univers} \geq 0$$

variation d'entropie standard:

$$\Delta S^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A S^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B S^\circ(B)$$

enthalpie libre:

$$G = H - TS$$

variation d'enthalpie libre, température constante:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

variation d'enthalpie libre standard:

$$\Delta G^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A \Delta G_f^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B \Delta G_f^\circ(B)$$



variation d'entropie pour une transition de phase (P constante):

$$\Delta S_{transition} = \frac{\Delta H_{transition}}{T_{transition}}$$

variation d'enthalpie libre:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

relation entre la variation d'enthalpie libre standard et la constante d'équilibre:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad \text{ou} \quad K = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}}$$

équation de van't Hoff:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H^\circ}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

titrage (point d'équivalence, pour un acide/base avec seulement un proton à donner/accepter):

$$C_{standard} V_{standard} = C_{inconnu} V_{inconnu}$$

équation Henderson-Hasselbach:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

acide-base conjugué:

$$K_a K_b = K_{eau} (= 1.0 \times 10^{-14} \text{ à } 25^\circ\text{C})$$

la loi de Henry:

$$C = kP$$

la loi de Raoult:

$$P_{solvant} = X_{solvant} P_{solvant}^\circ$$

$$\Delta P = X_{soluté} P_{solvant}^\circ$$

l'élévation du point d'ébullition:

$$\Delta T_{éb} = i K_{éb} m$$

l'abaissement du point de congélation:

$$\Delta T_{cong} = i K_{cong} m$$

la pression osmotique:

$$\pi = i M R T$$

réaction d'ordre 1:

$$\ln [A] = \ln [A]_o - kt$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}$$

l'équation d'Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

le potentiel standard d'une cellule:

$$\varepsilon_{cell}^{\circ} = \varepsilon_{ox}^{\circ} + \varepsilon_{red}^{\circ}$$

l'énergie libre et le potentiel d'une cellule:

$$\Delta G = -nF\varepsilon_{cell}$$

$$\Delta G^{\circ} = -nF\varepsilon_{cell}^{\circ}$$

la constante d'équilibre et le potentiel standard d'une cellule:

$$\varepsilon_{cell}^{\circ} = \frac{RT}{nF} \ln K$$

équation de Nernst:

$$\varepsilon_{cell} = \varepsilon_{cell}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

la charge transférée:

$$\text{charge} = \text{courant} \times \text{temp}$$

les rayonnements électromagnétiques:

$$c = \lambda\nu$$

l'énergie d'un photon:

$$E = h\nu$$

le modèle de l'atome de Bohr:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

la longueur d'onde d'une particule:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

la charge effective:

$$Z_{eff} = Z - \sigma$$



